Les lentilles sphériques minces

II.4. Lentilles minces.

II.4.1. Généralités.

- Une lentille mince consiste en une pièce de verre ou de plastique façonnée de telle sorte que chacune de ses deux surfaces **réfractantes** est soit une portion de sphère, soit un plan.

- Les lentilles sont couramment utilisées pour former des images par réfraction dans les instruments d'optique (caméra, microscope, etc.…).

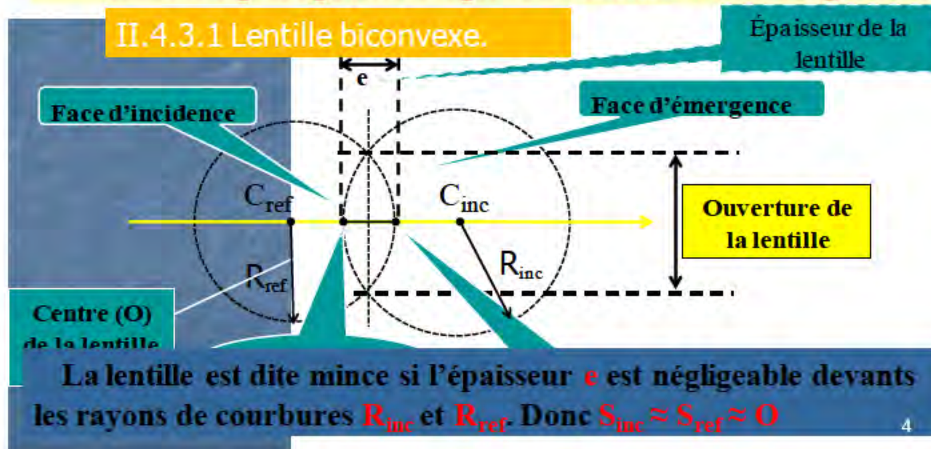
- Il existe deux type de lentilles minces, les lentilles minces convergentes et les lentilles minces divergentes.

II.4.2. Définition.

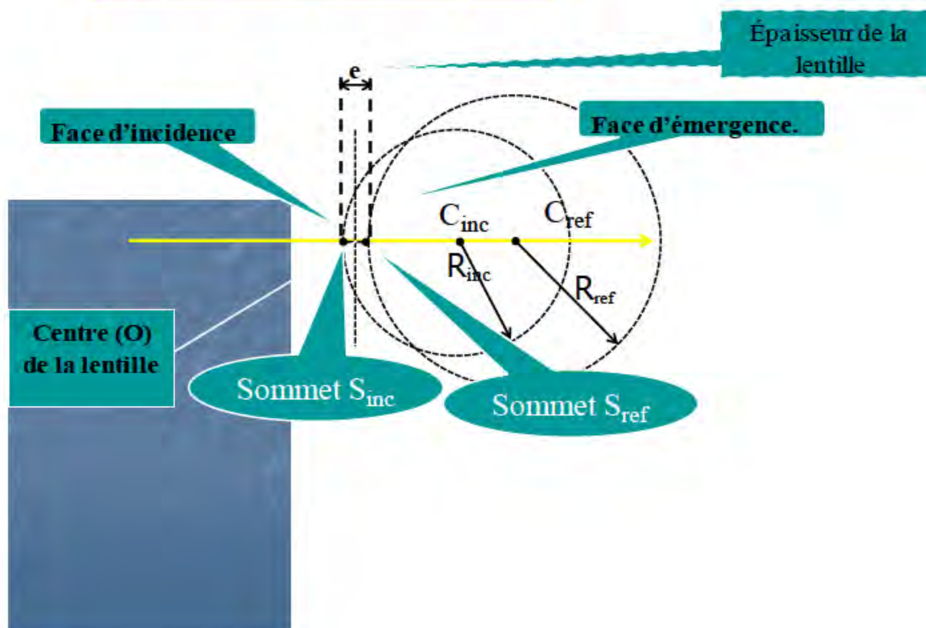
C'est un système optique délimité par deux dioptres dont l'un est sphérique. Il existe trois formes de lentilles minces convergentes et trois formes de lentilles minces divergentes

II.4.3. Aspect géométrique des lentilles convergentes.

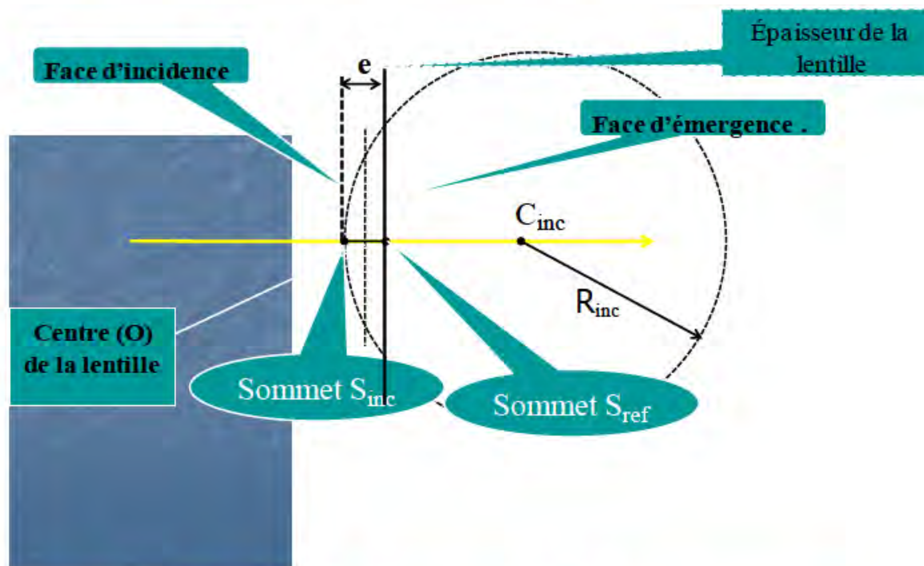
II.4.3.1 Lentille biconvexe.



II.4.3.2 Ménisque convergent.



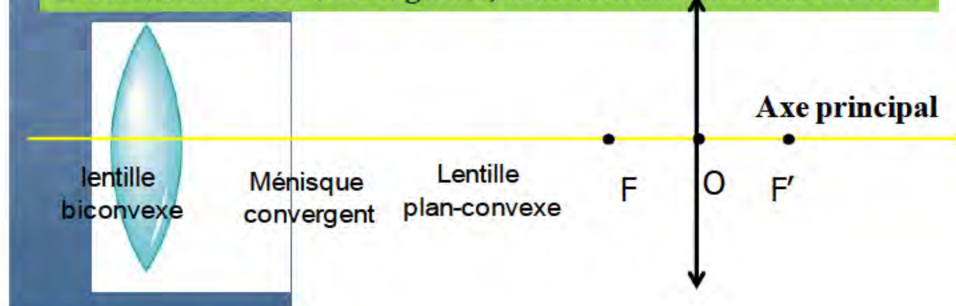
II.4.3.3 lentille plan-convexe.



II.4.4.Schématisation des lentilles convergentes.

Les trois formes précédentes des lentilles sont convergentes, elles sont schématisées par:

- ❑ Un axe principal qui représente le sens de propagation de la lumière. Cet axe est toujours orienté.
- ❑Un centre optique (O), les sommets S_{inc} et S_{ref} sont confondus.
- ❑Une lentille convergente, c'est un segment de droite orienté.
- ❑Le foyer principal image (F') et le foyer principal objet (F).
- ❑Ces lentilles sont convergentes, elles sont dites à bords minces.



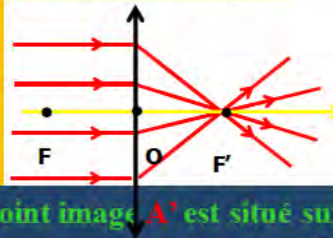
II.4.4.1. Foyers principaux et distances focales.

II.4.4.1.1. Remarques préliminaires.

- Les rayons parallèles incidents sur un système optique sont considérés comme issus d'un point situé à l'infini. En particulier, tous les rayons parallèles à l'axe principal peuvent être considérés comme provenant d'un objet à l'infini sur l'axe principal.
- Le terme "à l'infini" indique, dans la pratique, une distance très grande devant toutes les dimensions caractéristiques du système optique.

II.4.4.1.2. Définition du foyer principal image.

Le point de convergence de la lumière émergente, arrivant parallèlement à l'axe optique définit le foyer principal image.

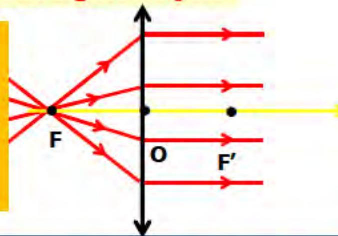


Le point objet A est rejeté à l'infini, le point image A' est situé sur le foyer principal image (F').

8

II.4.4.1.3. Définition du foyer principal objet.

Le point de divergence de la lumière incidente, qui émerge parallèlement à l'axe optique, définit le foyer principal objet.



Le point objet A est placé sur le foyer principal objet (F), le point image A' est rejeté à l'infini.

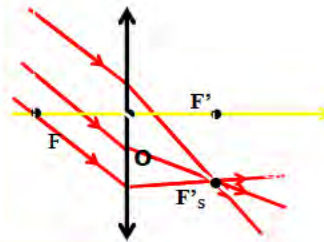
II.4.4.2. Foyers secondaires.

II.4.4.2.1 Définition de l'axe secondaire.

Tous axe passant par le centre optique (O) est dit axe secondaire, il existe une infinité d'axe secondaire.

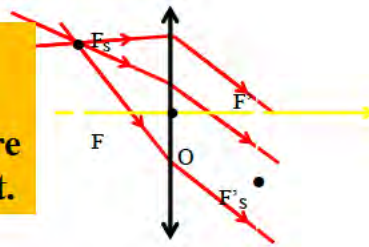
II.4.4.2.2 Foyer secondaire image.

Le point de convergence de la lumière émergente, arrivant parallèlement à l'axe secondaire définit le foyer secondaire image.



II.4.4.2.3 Foyer secondaire objet.

Le point de divergence de la lumière incidente, émergente parallèlement à l'axe secondaire définit le foyer secondaire objet.



II.4.4.3. Plans focaux.

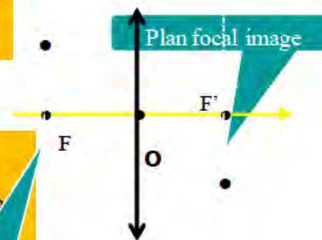
Il existe deux plans focaux, ils représentent l'ensemble des foyers de la lentille.

II.4.4.3.1 Plan focal objet.

L'ensemble des foyers secondaires objets définissent le plan focal objet.

II.4.4.3.2 Plan focal image.

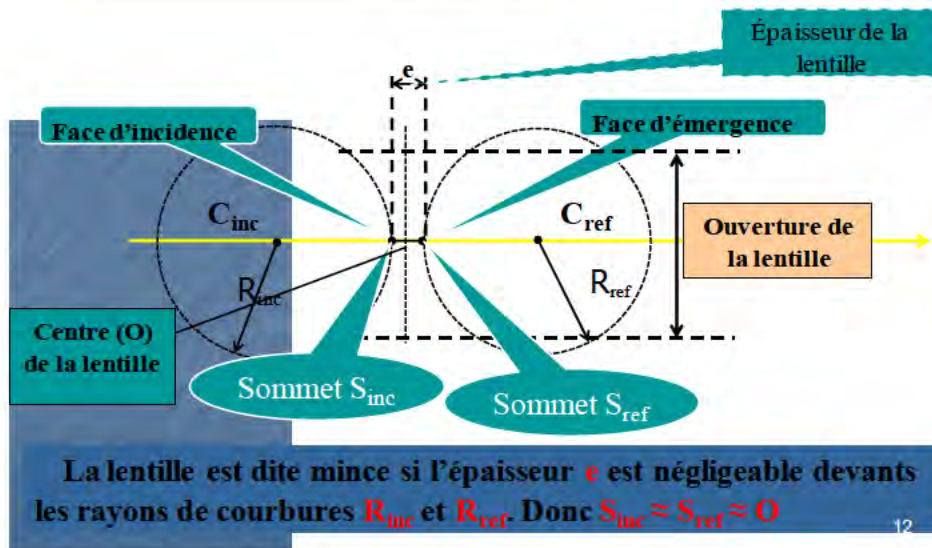
L'ensemble des foyers secondaires images définissent le plan focal image.



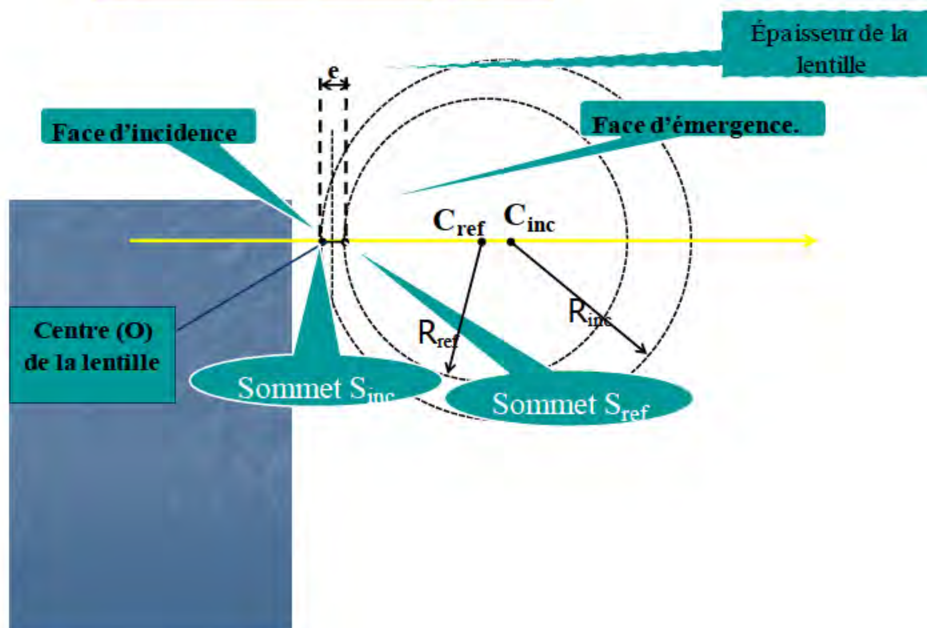
Plan focal objet

II.4.5 Aspect géométrique des lentilles divergentes.

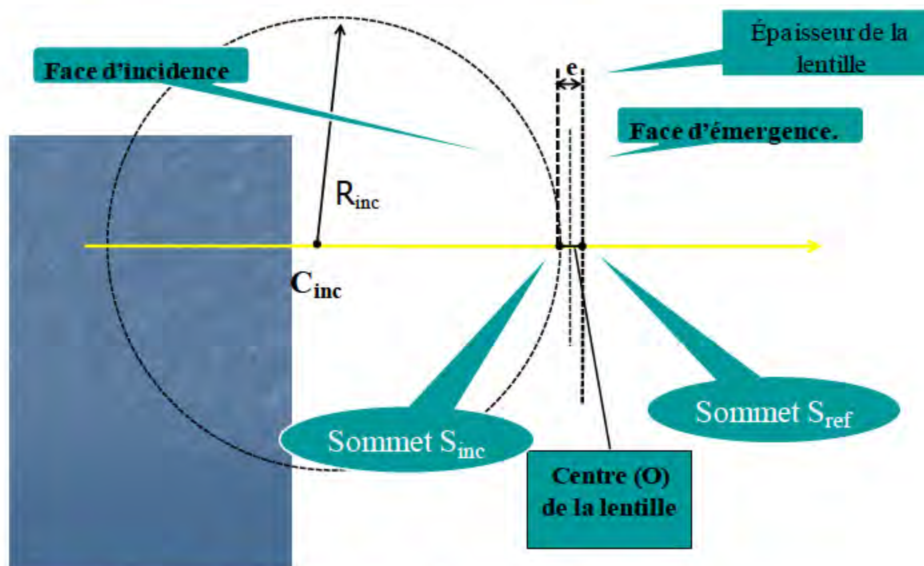
II.4.5.1 Lentille biconcave.



II.4.5.2 Ménisque divergent.



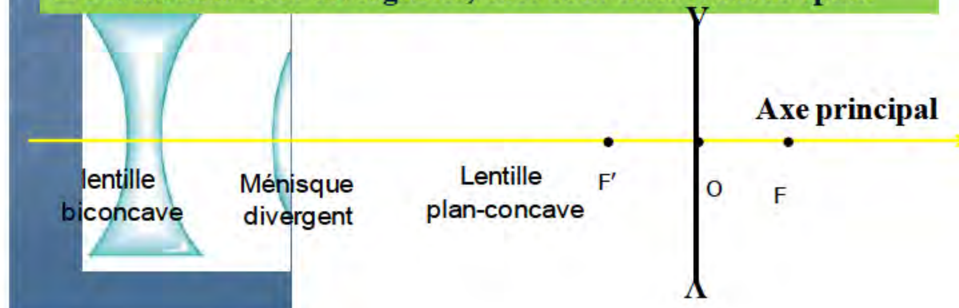
II.4.5.3 lentille plan-concave



II.4.6.Schématisation des lentilles divergentes.

Les trois formes précédentes des lentilles sont divergentes, elles sont schématisées par:

- ❑ Un axe principal qui représente le sens de propagation de la lumière. Cet axe est toujours orienté.
- ❑Un centre optique (O), les sommets S_{inc} et S_{ref} sont confondus.
- ❑Une lentille divergente, c'est un segment de droite orienté.
- ❑Le foyer principal image (F') et le foyer principal objet (F).
- ❑Ces lentilles sont divergentes, elles sont dites à bords épais.



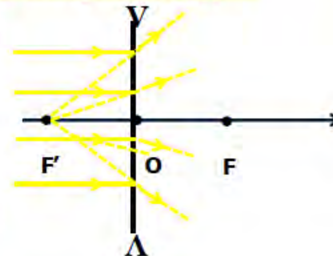
II.4.6.1. Foyers principaux et distances focales.

II.4.6.1.1. Remarques préliminaires.

- Les rayons parallèles incidents sur un système optique sont considérés comme issus d'un point situé à l'infini. En particulier, tous les rayons parallèles à l'axe principal peuvent être considérés comme provenant d'un objet à l'infini sur l'axe principal.
  - Le terme "à l'infini" indique, dans la pratique, une distance très grande devant toutes les dimensions caractéristiques du système optique.

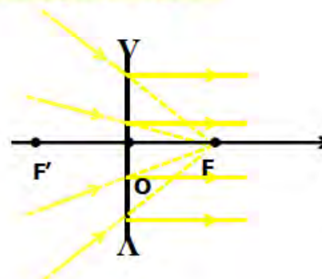
II.4.6.1.2. Définition du foyer principal image.

Le point de divergence de la lumière émergente, arrivant parallèlement à l'axe optique définit le foyer principal image.



II.4.6.1.3. Définition du foyer principal objet.

Le point de convergence de la lumière incidente, émergente parallèlement à l'axe optique, définit le foyer principal objet.



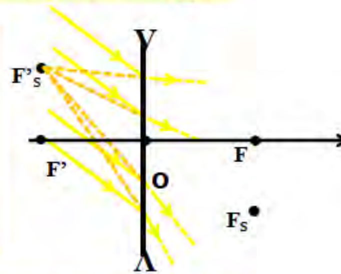
II.4.6.2. Foyers secondaires.

II.4.6.2.1 Définition de l'axe secondaire.

Tous axe passant par le centre optique (O) est dit axe secondaire, il existe une infinité d'axe secondaire.

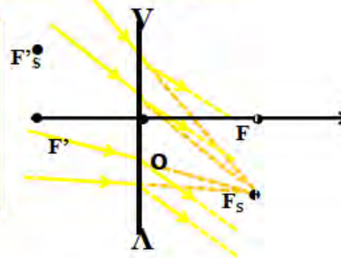
II.4.6.2.2 Définition du foyer secondaire image.

Le point de divergence de la lumière émergente, arrivant parallèlement à l'axe secondaire définit le foyer secondaire image.



II.4.6.2.3 Définition du foyer secondaire objet.

Le point de convergence de la lumière incidente, émergente parallèlement à l'axe secondaire définit le foyer secondaire objet.



II.4.6.3. Plans focaux.

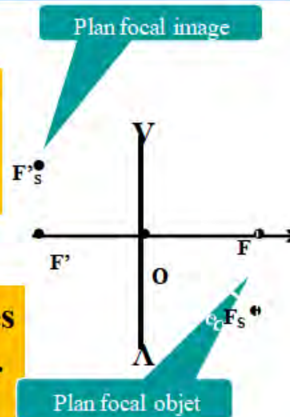
Il existe deux plans focaux, ils représentent l'ensemble des foyers de la lentille.

II.4.6.3.1 Plan focal objet.

L'ensemble des foyers secondaires objets définissent le plan focal objet.

II.4.6.3.2 Plan focal image.

Et l'ensemble des foyers secondaires images définissent le plan focal image.



II.4.6.4. Remarques.

- Pour les deux types de lentilles, la position des foyers est symétrique par rapport au centre optique O de la lentille: $|\overline{OF'}| = |\overline{OF}|$

- la distance focale est donnée par:

$$C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \left[\frac{n_{lentille}}{n_{exterieur}} - 1\right]\left[\frac{1}{R_{inc}} - \frac{1}{R_{emer}}\right]$$

- C est dite la vergence de la lentille.

- → lentille convergente $\overline{OF} < 0$ et $\overline{OF'} > 0$

- → lentille divergente $\overline{OF} > 0$ et $\overline{OF'} < 0$

Tout rayon passant par le centre optique O ne subit aucune déviation

II.4.7 Caractéristiques de l'image.

L'image donnée par une lentille mince est caractérisée par sa position, sa nature, sa taille ainsi que son orientation.

II.4.7.1. Position de l'image, relation de conjugaison.

La position de l'image donnée par une lentille mince dépend de la position de l'objet ainsi que de la nature de celle-ci.

$$tg\theta = \frac{\overline{OP}}{\overline{OF'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{OF'}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A'F'}}$$



B

Axe principal

F'

A'

A

O

B'

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{OF'}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A'O} + \overline{OF'}}$$

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'O} + \overline{OF'}}{\overline{OF'}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \rightarrow \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1 - \frac{\overline{OA'}}{\overline{OF'}}$$

La relation de conjugaison est donnée par:

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = -\frac{1}{\overline{OF}}$$



II.4.7.2. Nature de l'image.

L'image donnée par une lentille mince peut être réelle ou virtuelle.

II.4.7.1. Orientation et taille de l'image.

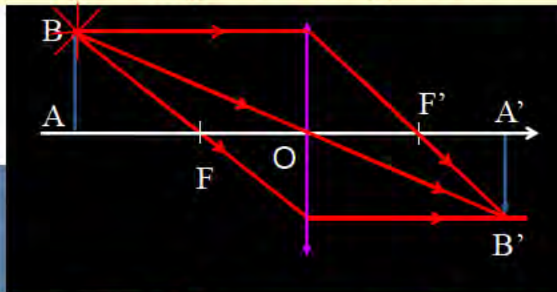
La taille de l'image donnée par une lentille est différente de celle de l'objet. Elle est peut être droite ou renversée.

II.4.8. construction géométrique des images.

- **Utilisation de 2 rayons particuliers simples (sur 3 possibles)**

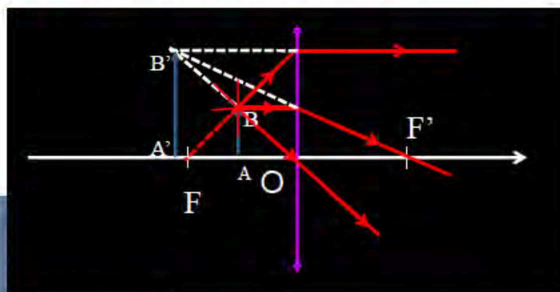
- **Un rayon lumineux parallèle à l'axe principal [redacted]u semble venir de) un des foyers.**
- **[redacted] qui passe par le centre optique O de la [redacted]'est pas dévié**
- **[redacted] qui passe par le foyer objet de la [redacted]rge de la lentille parallèlement à l'axe principal**

II.4.8.1. Exemples de lentilles convergente
A- objet réel image réelle.



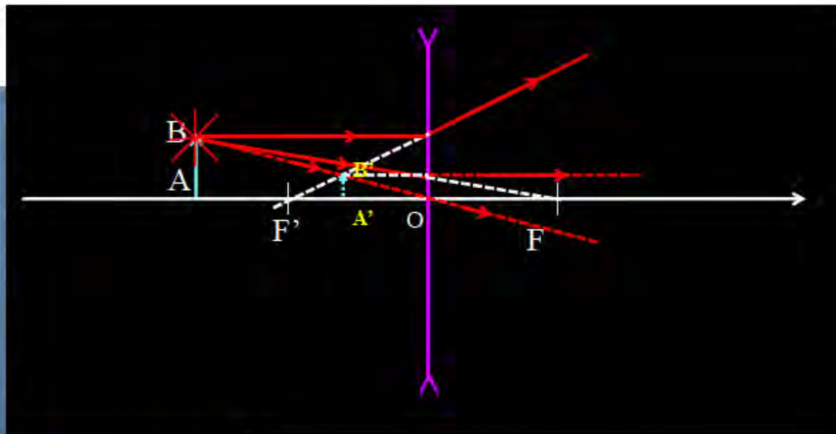
L'image est réelle, renversée elle peut être plus grande ou plus petite

B- Objet réel image virtuelle.

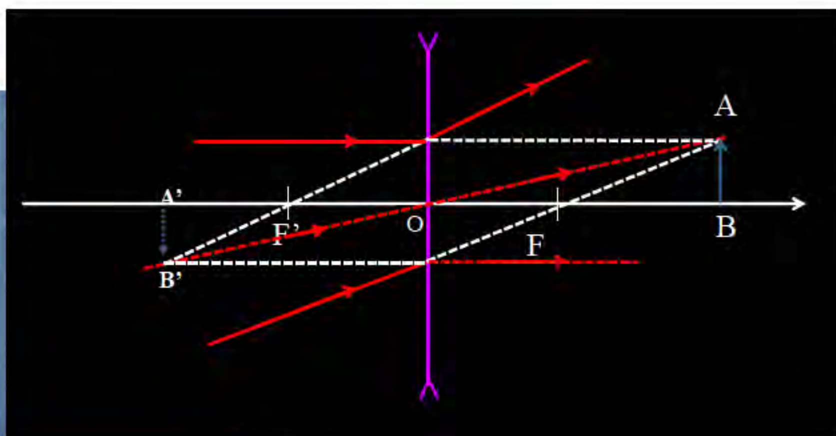


L'image est virtuelle droite.

II.4.8.2. Exemples de lentilles divergentes
A- Objet réel, Image Virtuelle droite.



II.4.8.2. Exemples de lentilles divergentes
B- Objet Virtuel, Image Virtuelle renversée.



Calcul du grandissement γ

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

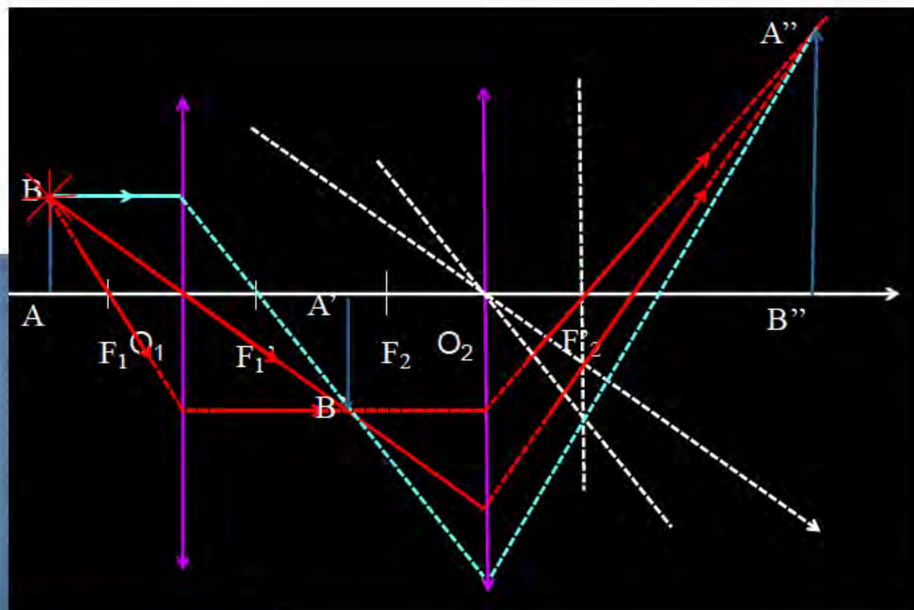


Les trian
semblab

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Association de lentilles minces

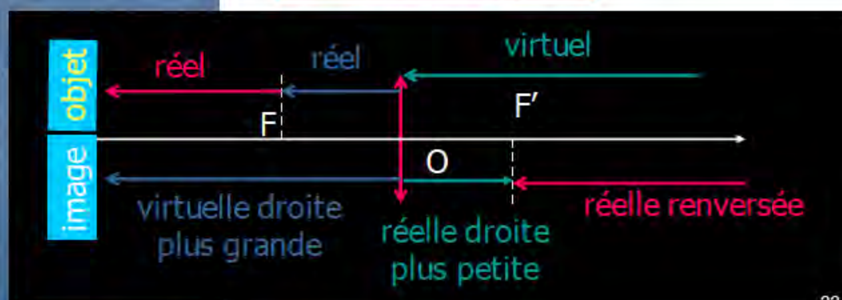
- Le point principal dont il faut se souvenir est que l'image produite par la première lentille sert d'objet pour la seconde.
- Le gran
combinaiso
des grandis
- $\gamma_{total} = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 ....$
- La vergence équivalente est $c_{equ} = \Sigma c_i$



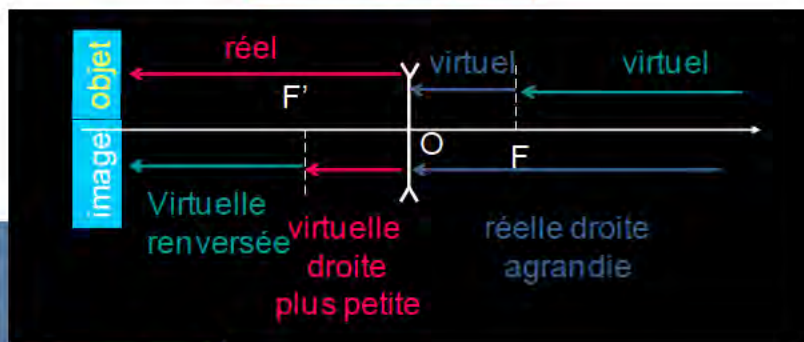
Zones conjuguées

On peut établir des correspondances entre les zones d'espace objet et image. ⟹ Zones conjuguées

Lentille convergente



Lentille divergente



Les représ
propriétés

- L'image d'un objet virtuel donnée par une lentille convergente est toujours réelle (et plus petite).
- L'image d'un objet réel donnée par une lentille divergente est toujours virtuelle.